

## APOCHROMATISCHER KONDENSOR

Die Erfindung bezieht sich auf ein optisches System mit reduzierter chromatischer Aberration, insbesondere zur Verwendung in Mikroskopen zur Abbildung der Lichtquelle in die Aperturblende eines Kondensors.

In der Regel wird bei abbildenden optischen Geräten, insbesondere bei Mikroskopen, zur vergrößerten Abbildung der Lichtquelle in die Aperturblende eines Kondensors bzw. zur Ausleuchtung des Bildfeldes eine einer sammelnden Feldlinse entsprechende optische Baugruppen, eine so genannte Kollektorlinse oder ein aus mehreren Linsen bestehender Kollektor, verwendet. Die Kollektorlinse bzw. der Kollektor ist meist unmittelbar vor der Lichtquelle angeordnet.

Es ist beispielsweise bekannt, aus fünf Linsen bestehende achromatische Kollektorbaugruppen zu verwenden, bei denen die chromatische Längsabweichung gegenüber einem nichtachromatischen Kollektor gleicher Brennweite zwar um etwa die Hälfte reduziert ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein optisches System zu schaffen, in dem bereits vorhandene Kollektorbaugruppen verwendet werden können und bei dem die chromatische Abberation einer verwendeten Kollektorbaugruppe weitestgehend korrigiert ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem optischen System gelöst, das eine Kollektorbaugruppe sowie eine der Kollektorbaugruppe zugeordnete apochromatisierende Adapterbaugruppe umfaßt.

Mittels der apochromatisierenden Adapterbaugruppe wird die chromatische Aberration der Kollektorbaugruppe wesentlich reduziert und so die für einen angestrebten guten Wirkungsgrad notwendige hohe lampenseitige Apertur erzielt.

Beispielhaft besteht die Adapterbaugruppe aus drei Linsen, wobei eine Linse negativer Brechkraft zwischen zwei Linsen positiver Brechkraft angeordnet ist. Dabei sind diese drei Linsen vorteilhaft durch Luftspalte voneinander getrennt, und die den Luftspalten jeweils zugewandten Linsenflächen sind mit gleichen Radien ausgeführt.

In einer besonderen Ausgestaltung können die beiden Linsen mit positiver Brechkraft auch hinsichtlich ihrer sonstigen optischen Eigenschaften identisch ausgebildet sein.

Die Adapterbaugruppe kann mit verschiedenartige Kollektorbaugruppen kombiniert werden, beispielsweise auch mit solchen, die lediglich aus zwei sammelnden Linsen bestehen.

Um die Adapterbaugruppe wahlweise mit verschiedenen Kollektorbaugruppen kombinieren und so stets die chromatische Aberration einer Kollektorbaugruppe reduzieren zu können, ist es von besonderem Vorteil, wenn Mittel zur lösbaren Verbindung der Adapterbaugruppe mit der jeweils vorgesehenen Kollektorbaugruppen vorhanden sind.

Auf diese Weise lassen sich vorhandene Kollektorbaugruppen unter Zuhilfenahme der Adapterbaugruppe speziellen Anforderungen an die Bildgüte anpassen, ohne daß für jede spezielle Anforderung gesondert eine hochwertige Kollektorbaugruppe hergestellt werden muß.

Mittel zur lösbaren Verbindung von optischen Baugruppen sind aus dem Stand der Technik bekannt und lassen sich bei entsprechender konstruktiver Anpassung leicht auch zur Kopplung einer Adapterbaugruppe mit einer jeweils zur Verwendung bestimmten Kollektorbaugruppe ausgestalten.

Das erfindungsgemäße optische System ist vorzugsweise ausgelegt für Wellenlängen im Bereich zwischen 365 nm und 644 nm.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig.1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen optischen Systems, bestehend aus einer Kollektorbaugruppe und einer Adapterbaugruppe;

Fig.2 ein Diagramm zur Darstellung der chromatischen Aberration der Kollektorbaugruppe aus Fig.1 ohne zugeordnete Adapterbaugruppe sowie zur Darstellung der chromatischen Aberration des erfindungsgemäßen optischen Systems nach Fig.1, bestehend aus der Kollektorbaugruppe und der Adapterbaugruppe.

In Fig.1 ist das erfindungsgemäße optische System dargestellt am Beispiel einer Adapterbaugruppe 1, bestehend aus drei Linsen 1.1, 1.2 und 1.3, sowie einer Kollektorbaugruppe 2, die zwei Linsen 2.1 und 2.2 umfaßt.

In diesem System ist die Adapterbaugruppe 1 lichtquellen-seitig, die Kollektorbaugruppe 2 bildseitig angeordnet. Die

optisch wirksamen Linsenflächen sind, objektseitig beginnend, für beide Baugruppen fortlaufend mit a bis k bezeichnet.

Die Linsen 1.1 und 1.3 der Adapterbaugruppe 1 sind in dem hier gewählten Ausführungsbeispiel beide mit positiver Brechkraft und auch mit ihrer sonstigen optischen Eigenschaften identisch ausgeführt. Dagegen hat die Linse 1.2 negative Brechkraft.

Weiterhin sind die drei Linsen 1.1, 1.2 und 1.3 durch Luftspalte 3 und 4 voneinander getrennt, wobei die den Luftspalten zugewandten Linsenflächen b und c bzw. d und e jeweils gleiche Krümmungsradien haben.

Die beiden Linsen 2.1 und 2.2 der Kollektorbaugruppe 2 haben jeweils positive Brechkraft.

Das vorbeschriebene erfindungsgemäße optische System weist vorteilhaft folgende Parameter auf:

Baugr.	Fläche	Radien r	Dicken d	Brechzahl $n_e$	Abbezahl $v_e$	Durchmesser
Adapter	a	130	5	1.552320	63.459999	27.38334
	b	-24				27.38454
	c	-24	0.2	1.647690	33.849998	26.79942
	d	24	3			26.76505
	e	24	0.2			27.77575
	f	-130	5	1.552320	63.459999	27.75754
			10			

Kollektor	g	25.119				28.39285
	h	-54.247	5.8	1.522490	59.480000	28.24918
	i	12.232	0.3			22.63967
	k	141.25	7.2	1.458464	67.821443	22.56214

Besonders vorteilhaft sind die Adapterbaugruppe 1 und die Kollektorbaugruppe 2 durch eine mechanische Kopplungseinrichtung miteinander verbunden, die so ausgebildet ist, daß beide Baugruppen ohne oder zumindest mit einfach zu handhabenden technischen Hilfsmitteln voneinander gelöst werden können, so daß es möglich ist, die Adapterbaugruppe 1 auch zur Kombination mit weiteren Kollektorbaugruppen zu verwenden und mit diesen zu verbinden, um denselben bzw. ähnliche optische Effekte im Hinblick auf die Korrektur der chromatischen Aberration zu erzielen, wie dies im gewählten Ausführungsbeispiel mit der Kollektorbaugruppe 2 gelingt.

Die mechanische Kopplungseinrichtung ist zeichnerisch nicht dargestellt, kann jedoch in unterschiedlichen Ausführungen bei entsprechender konstruktiver Anpassung aus dem Stand der Technik übernommen werden.

Der Effekt, der durch die Zuordnung der Adapterbaugruppe 1 zur Kollektorbaugruppe 2 im Ausführungsbeispiel erzielt wird, ist aus Fig.2 ersichtlich. Hier sind in einem Diagramm auf der x-Koordinate die Fokusabweichungen in  $\mu\text{m}$  und in y-Richtung die Wellenlänge, ebenfalls in  $\mu\text{m}$ , abgetragen. Von den beiden eingezeichneten Kurven stellt die Kurve 5 die chromatische Aberration der Kollektorbaugruppe 2 ohne die Adapterbaugruppe 1 und deren korrigierende Wirkung dar.

Die Kurve 6 macht deutlich, in welchem Maße die chromatische Aberration reduziert wird, wenn der Kollektorbaugruppe 2 die Adapterbaugruppe 1 in der vorbeschriebenen Weise zugeordnet wird.

## Bezugszeichenliste

1	Adapterbaugruppe
1.1, 1.2, 1.3, 1.4	Linsen
2	Kollektorbaugruppe
2.1, 2.2	Linsen
3, 4	Luftspalte
5, 6	Kurven
a, b, c, d, e, f, g, h, i, k	Linsenflächen

### Patentansprüche

1. Optisches System mit reduzierter chromatischer Aberration, insbesondere zur Verwendung in Mikroskopen zur Abbildung der Lichtquelle in die Aperturblende eines Kondensors, umfassend
  - eine Kollektorbaugruppe (2) sowie
  - eine der Kollektorbaugruppe zugeordnete Adapterbaugruppe (1) mit apochromatisierender Wirkung.
2. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Adapterbaugruppe (1) aus drei Linsen (1.1, 1.2, 1.3) besteht, wobei eine Linse (1.2) negativer Brechkraft zwischen zwei Linsen (1.1, 1.3) positiver Brechkraft angeordnet ist.
3. Optisches System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Linsen (1.1, 1.2, 1.3) durch Luftspalte (3,4) voneinander getrennt sind und die den Luftspalten (3,4) zugewandten Linsenflächen (b,c;d,e) gleiche Radien haben.
4. Optisches System nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Eigenschaften der beiden Linsen (1.1, 1.3) positiver Brechkraft identisch sind.
5. Optisches System nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollektorbaugruppe (2) aus zwei Linsen (2.1, 2.2) besteht.



6. Optisches System nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur lösbaren Verbindung der Adapterbaugruppe (1) mit gegeneinander austauschbaren, sich in ihren optischen Eigenschaften unterscheidenden Kollektorbaugruppen (2) vorhanden sind.
7. Optisches System nach einem der vorgenannten Ansprüche, ausgelegt für Wellenlängen im Bereich von 365 nm bis 644 nm.
8. Optisches System nach einem der vorgenannten Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Parameter

Baugr.	Fläche	Radien r	Dicken d	Brech- zahl $n_e$	Abbezahl $v_e$	Durch- messer
Adapter	a	130				27.38334
			5	1.552320	63.459999	
	b	-24				27.38454
			0.2			
	c	-24				26.79942
			3	1.647690	33.849998	
	d	24				26.76505
Kollektor			0.2			
	e	24				27.77575
			5	1.552320	63.459999	
	f	-130				27.75754
			10			
	g	25.119				28.39285
			5.8	1.522490	59.480000	
	h	-				28.24918
		54.247				
	i		0.3			22.63967
		12.232		1.458464	67.821443	
	k		7.2			22.56214
		141.25				

1/2

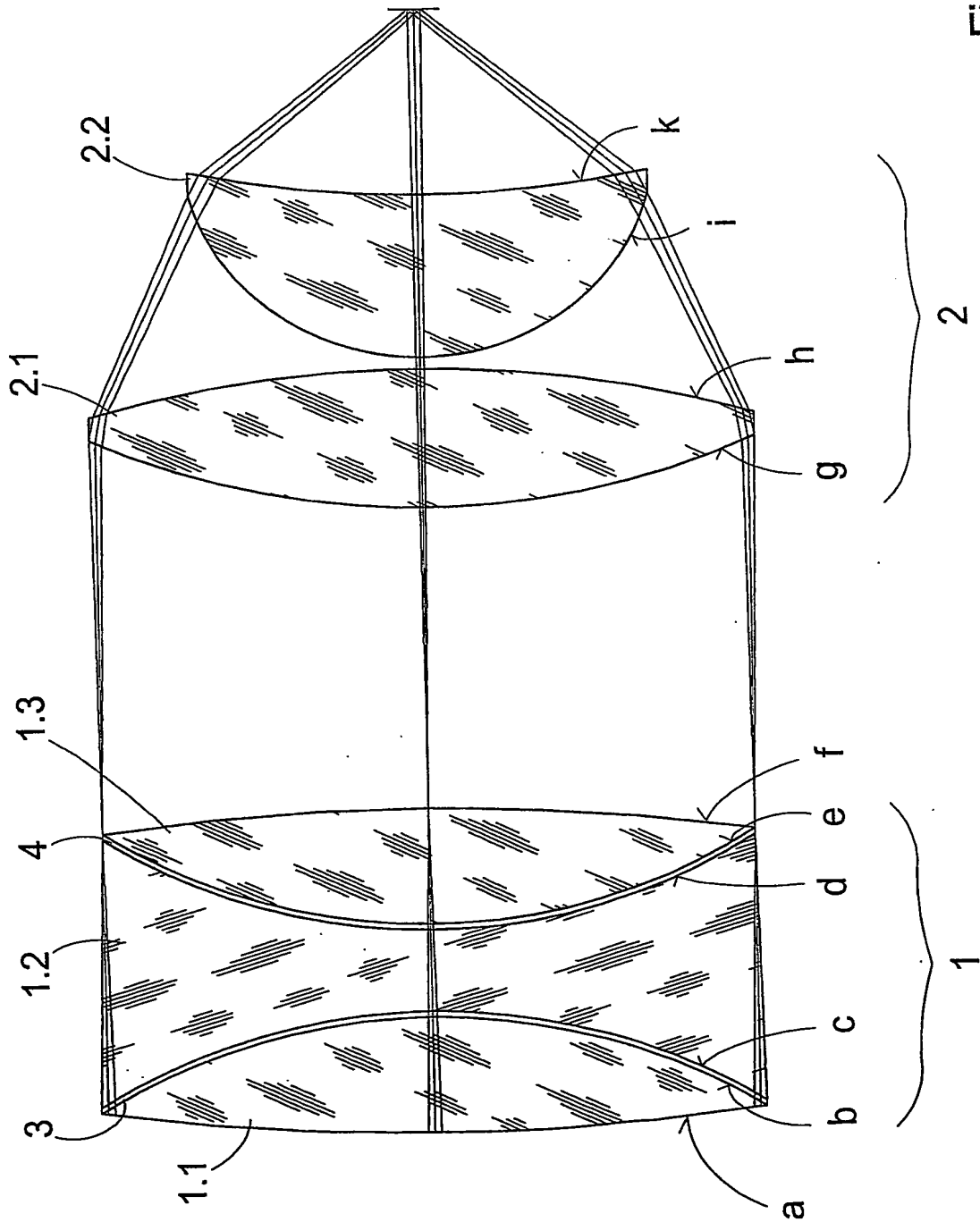


Fig.1

2/2

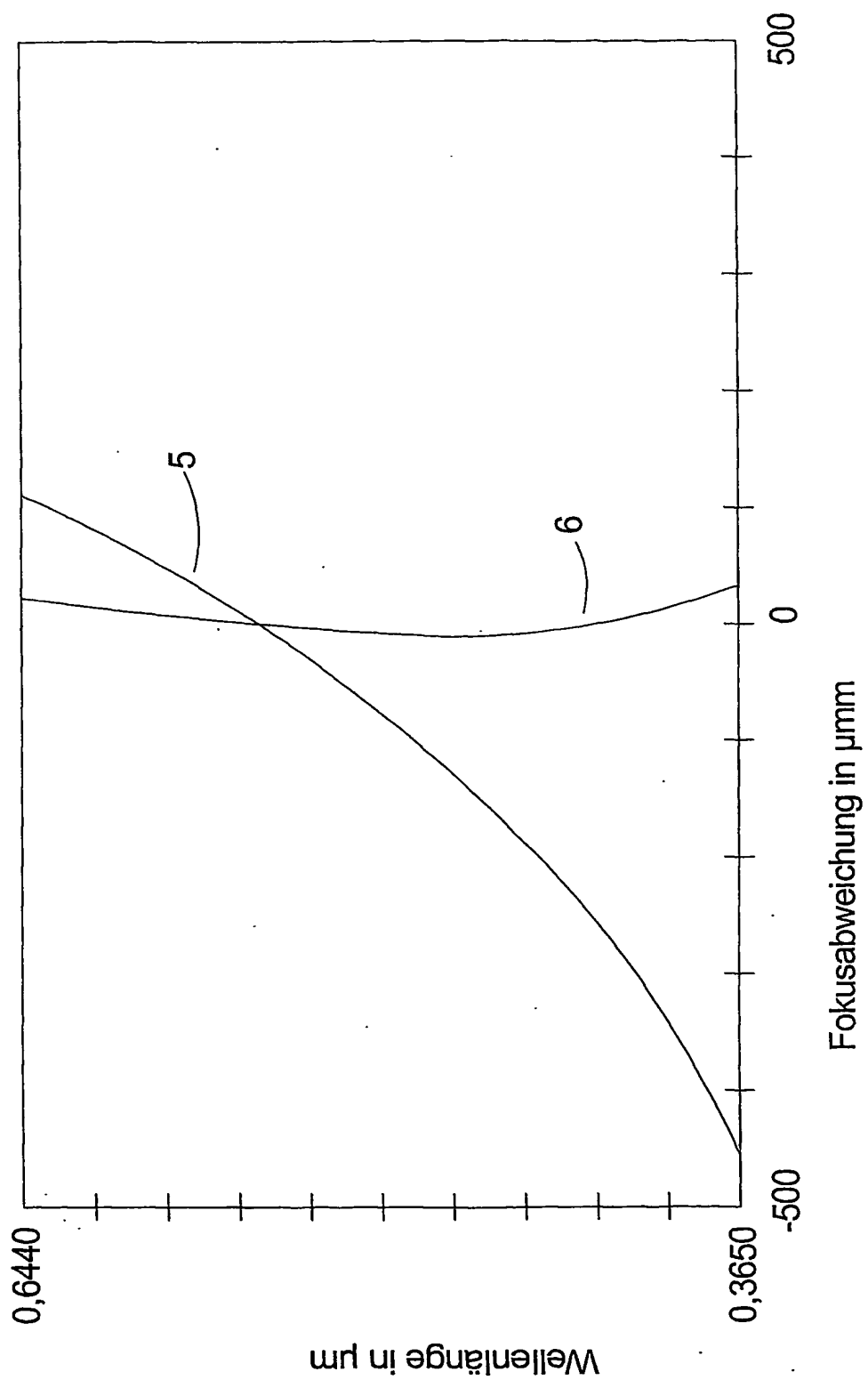


Fig.2